
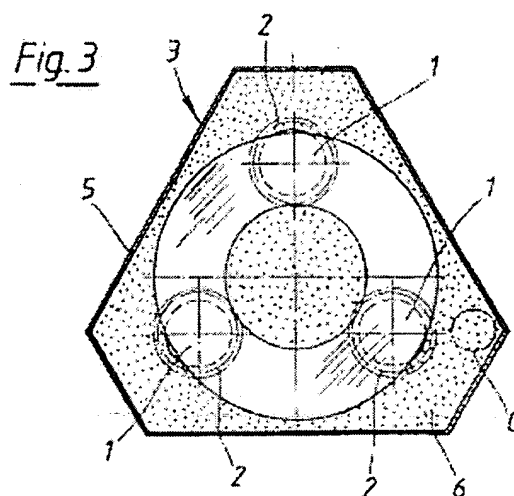


Self-cooled high-voltage transformer

Patent number: DE3843807
Publication date: 1990-07-12
Inventor: WERK HANS-HELMAR DIPL ING (DE)
Applicant: LAHMEYER AG FUER ENERGIEWIRTSCHAFT (DE)
Classification:
- international: **H01F27/22; H01F27/08; (IPC1-7): H01F15/06; H01F27/22**
- european: **H01F27/22**
Application number: DE19883843807 19881224
Priority number(s): DE19883843807 19881224

Also published as: **DE8816742U (U1)**[Report a data error here](#)**Abstract of DE3843807**

A self-cooled high-voltage transformer, especially a pylon transformer having a transformer core, transformer winding and housing. The free internal space of the housing between the transformer core and the transformer winding as well as the housing casing is filled with a filler which is suitable for self-cooling. The filler consists of fine-granular dielectric pourable material of sufficient thermal conductivity, whose ballasting forms pourable material pore spaces which can be evacuated and which can be flushed by gas flow. The pourable material pore spaces are filled with a gas having an adequate breakdown strength (dielectric strength).



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

Best Available Copy



DEUTSCHES
PATENTAMT

21 Aktenzeichen: P 38 43 807.0
22 Anmeldetag: 24. 12. 88
43 Offenlegungstag: 12. 7. 90

DE 3843807 A1

71 Anmelder:

Lahmeyer AG für Energiewirtschaft, 6000 Frankfurt,
DE

74 Vertreter:

Andrejewski, W., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat.; Honke, M.,
Dipl.-Ing. Dr.-Ing.; Masch, K., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat.,
Pat.-Anwälte, 4300 Essen

72 Erfinder:

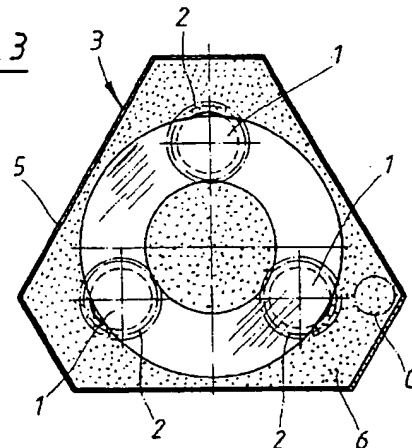
Werk, Hans-Helmar, Dipl.-Ing., 5353 Mechernich, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Selbstgekühlter Hochspannungstransformator

Selbstgekühlter Hochspannungstransformator, insbesondere Masttransformator mit Transformator-kern, Transformatorwicklung und Gehäuse. Der freie Innenraum des Gehäuses zwischen Transformator-kern und Transformatorwicklung sowie Gehäusemantel ist mit einem für die Selbstkühlung geeigneten Füllmittel ausgefüllt. Das Füllmittel besteht aus einem feinkörnigen dielektrischen Schüttgut ausreichender Wärmeleitfähigkeit, dessen Schüttung evakuierbare und durch Gasströmung spülbare Schüttgutporen-räume bildet. Die Schüttgutporenräume sind mit einem Gas ausreichender Durchschlagfestigkeit ausgefüllt.

Fig. 3



DE 3843807 A1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen selbstgeköhlten Hochspannungstransformator, mit Transformator-kern, Transformatorwicklung und Gehäuse, wobei der freie Innenraum des Gehäuses zwischen Transformator-kern und Transformatorwicklung einerseits sowie Gehäuse-mantel andererseits mit einem für die Selbstkühlung geeigneten Füllmittel ausgefüllt ist. Insbesondere betrifft die Erfindung selbstgeköhlte Masttransformatoren mit entsprechend der dreiphasigen Hochspannung eingerichteter Transformatorwicklung. Wicklung bezeichnet dabei die Gesamtheit der Wicklungsstränge einer Spannungsseite. Die Erfindung beschäftigt sich technologisch mit der Selbstkühlung eines solchen Hochspannungs-transformators. Bekanntlich treten im Transformator-kern und in der Transformatorwicklung während des Leerlaufs und des Betriebes Verluste in Form von Wärme auf, die abgeführt werden muß, um eine unzulässig hohe Erwärmung der aktiven Teile und der Isolierung zu vermeiden. Als elektrisch nichtleitende Wärmeüber-träger, welche die Wärme am Entstehungsort aufnehmen und über das Gehäuse aus dem Transformator her-aus an die Umgebung abgeben, werden Gase und Flüssigkeiten eingesetzt. Wird mit Flüssigkeiten gearbeitet, so dient das Gehäuse gleichsam als Kessel, er führt die Wärme an die Umgebung durch Strahlung und Konvek-tion ab.

Bei dem (aus der Praxis) bekannten Hochspannungs-transformator, von dem die Erfindung ausgeht, ist das Füllmittel eine isolierende Flüssigkeit, z. B. Öl, Siliconöl oder eine andere flammenwidrige Flüssigkeit. Das hat sich in isolationstechnischer Hinsicht und in bezug auf die Selbstkühlung bewährt, genügt voll den entspre-chenden Vorschriften und Normen und ist insoweit auch in sicherheitstechnischer Hinsicht vorteilhaft. Die Vor-teile einer Flüssigkeit gegenüber einem Gas sind einmal die größere spezifische Wärme sowie die größere Wärmeleitfähigkeit, zum anderen die höhere Durchschlagfestigkeit und eine größere Wärmekapazität, was im Falle kurzzeitiger Überlastung vorteilhaft ist. Außerdem erlaubt der Einsatz einer Flüssigkeit als sogenanntes Kühlmittel eine gedrängte und raumsparende Bauweise. Um die Abmessungen und das Gesamtgewicht eines Transformators möglichst niedrig zu halten, paßt man das Gehäuse dem Transformator-kern und den Transformatorwicklungen soweit an, wie es die Isolation zuläßt.

Andererseits kann nicht ausgeschlossen werden, daß bei einem solchen Transformator das Gehäuse durch Fremdeinwirkung Schaden nimmt und die Flüssigkeit ausläuft oder in Brand gerät. Das bedeutet eine potentielle Umweltbelastung, die es zu vermeiden gilt und die insbesondere in Wasserschutzgebieten nicht hingenommen werden kann. Diese Probleme treten zwar nicht auf, wenn als Füllmittel Gießharz eingesetzt wird. Gießharz-Transformatoren sind jedoch aufwendig und nicht für alle Einsatzfälle geeignet. Häufig sind besondere Schutzgehäuse erforderlich.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Hochspannungstransformator des eingangs beschriebenen grundsätzlichen Aufbaus zu schaffen, der in isolationstechnischer Hinsicht sowie in bezug auf die Selbstkühlung allen Anforderungen genügt, jedoch von umweltbelastenden Risiken frei ist.

Zur Lösung dieser Aufgabe lehrt die Erfindung, daß das Füllmittel aus einem feinkörnigen dielektrischen Schüttgut ausreichender Wärmeleitfähigkeit besteht, dessen Schüttung evakuierbare und durch Gasströmung

spülbare Schüttgutporenräume bildet, und daß die Schüttgutporenräume mit einem Gas ausreichender Durchschlagfestigkeit ausgefüllt sind. Schüttgutporen-räume meint die Raumbereiche zwischen den Körnern. Mit anderen Worten sind die Schüttgutporenräume mit einem Gas ausgefüllt, welches dem Aggregat aus dem Schüttgut und dem Gas insgesamt eine ausreichende Durchschlagfestigkeit verleiht. Ausreichend meint im Rahmen der Erfindung, daß die bestehenden Vorschrif-ten sicher erfüllt werden. Der Ausdruck dielektrisches Schüttgut besagt, daß diese eine für die isolationstechnischen Belange ausreichende Dielektrizitätskonstante aufweist. Ausreichende Wärmeleitfähigkeit liegt z. B. vor, wenn die der bisher üblichen Flüssigkeiten mehr oder weniger erreicht oder sogar überschritten wird. Das ist z. B. dann der Fall, wenn das Schüttgut aus einem Stoff der Gruppe Aluminiumoxiddkörner (Al_2O_3), Magnesiumoxiddkörner (MgO), Quarzkörner, hauptsächlich kugelförmige Glaskörner, oder Mischungen davon, auch mit Berylliumoxiddkörnern — besteht. Von besonderer Bedeutung ist, daß erfindungsgemäß die Schüt-tung evakuierbar und durch eine Gasströmung spülbar ist, und zwar nach Einfüllung in das Gehäuse des Hochspannungstransformators. In der Formulierung evaku-ierbar und spülbar kommt zum Ausdruck, daß die Kör-nung des Schüttgutes nicht zu klein sein darf. Allerdings soll sie auch nicht zu grob sein. Insoweit lehrt die Erfindung, daß das Schüttgut eine Körnung von unter 1 mm aufweist. Dabei kann es sich um feinförniges Schüttgut und/oder auch um solches mit einer im Rahmen der Lehre der Erfindung vorgegebenen Sieblinie handeln. Besteht bei einem Hochspannungstransformator das Füllgut aus einem feinkörnigen dielektrischen Schüttgut ausreichender Wärmeleitfähigkeit, so ist die erforderliche Durchschlagfestigkeit im allgemeinen noch nicht gewährleistet. Die Erfindung beruht auf der Erkenntnis, daß die Durchschlagfestigkeit überraschenderweise al-len Anforderungen genügt, wenn die Schüttgutporen-räume mit einem Gas ausreichender Durchschlagfestig-keit gefüllt sind, — und aus diesem Grunde muß das Schüttgut in dem Behälter evakuierbar und durch Gas-strömung spülbare Schüttgutporenräume bilden. Die Evakuierung erfolgt durch Anschluß des Behälters an eine Unterdruckquelle, die Spülung durch gleichzeitige Einführung des Spülgases, im Rahmen der Erfindung also des Gases ausreichender Durchschlagfestigkeit.

Im einzelnen bestehen im Rahmen der Erfindung mehrere Möglichkeiten der weiteren Ausbildung und Gestaltung. So können die Schüttgutporenräume haupt-sächlich mit Schwefelhexafluorid gefüllt sein. Das hat sich insbesondere in Kombination mit einer Schüttgut-füllung aus Magnesiumoxiddkörnern bewährt. Man kann die Schüttgutporenräume aber auch mit Helium füllen. Im Rahmen der Erfindung liegt es, Mischungen von Schwefelhexafluorid und Helium einzusetzen. Dabei können das Schwefelhexafluorid und/oder das Helium Beimischungen von Luft aufweisen, d. h. bei der schon beschriebenen Spülung muß nicht das gesamte zunächst in der Schüttung enthaltene Luftvolumen entfernt werden. Unschwer kann durch Versuche festgestellt werden, wie die Spülung einzurichten ist, damit die erforderliche Durchschlagsfestigkeit gewährleistet ist, obgleich sich noch Luftbeimischungen in der Gasatmosphäre befinden. Das Gehäuse ist zu diesem Zweck als evakuier-barer und spülbarer Druckbehälter ausgeführt. Zweck-mäßigerweise wird die Auslegung so getroffen, daß der betriebsbereite Transformator einen Innendruck von 1 bis 2 bar aufweist. Das gilt insbesondere, wenn mit

Schwefelhexafluorid als Gas gearbeitet wird.

Im folgenden wird die Erfindung anhand einer lediglich ein Ausführungsbeispiel darstellenden Zeichnung ausführlicher erläutert. Es zeigt in schematischer Darstellung

Fig. 1 eine Ansicht eines erfindungsgemäßen Hochspannungstransformators,

Fig. 2 eine Seitenansicht des Gegenstandes der Fig. 1 aus Richtung des Pfeiles A,

Fig. 3 einen Schnitt in Richtung B-B durch den Gegenstand der Fig. 1 und

Fig. 4 den vergrößerten Ausschnitt C aus dem Gegenstand der Fig. 3.

Der in den Figuren dargestellte Hochspannungstransformator ist für Selbstkühlung eingerichtet. Es handelt sich um einen Masttransformator, der mit seinem Unterteil wie üblich auf einen Mast aufgesetzt wird. Zum grundsätzlichen Aufbau des Hochspannungstransformators gehören ein Transformator Kern 1, die Transformatorwicklung 2, das Gehäuse 3 und selbstverständlich die Anschlußeinrichtungen 4 für die Energiezuführung und -abführung. Weitere bauliche Einzelheiten des dargestellten Hochspannungstransformators bedürfen hier nicht der Behandlung. In der Fig. 3 erkennt man den Innenraum des Gehäuses 3 zwischen Transformator Kern 1 und Transformatorwicklung 2 einerseits sowie dem Gehäusemantel 5 andererseits. Der Innenraum ist mit einem für die Selbstkühlung geeigneten Füllmittel ausgefüllt.

Das Füllmittel besteht aus einem feinkörnigen dielektrischen Schüttgut 6 ausreichender Wärmeleitfähigkeit. Das Schüttgut 6 bildet evakuierbare und durch Gasströmung spülbare Schüttgutporenräume 7. Die Schüttgutporenräume 7 sind mit einem Gas ausreichender Durchschlagfestigkeit ausgefüllt. Das wurde in der Fig. 4 dargestellt, die dem vergrößerten Ausschnitt C aus dem Gegenstand der Fig. 3 entspricht. Die Körner 8 wurden übertrieben groß gezeichnet, so sollen unter 1 mm liegen. Verhältnismäßig groß wurden auch die Schüttgutporenräume 7 dargestellt, die z. B. mit Schwefelhexafluorid, Helium oder Mischungen davon gefüllt sind. Das Gehäuse 3 bildet einen Druckbehälter, der evakuierbar und in bezug auf das eingebrachte Schüttgut 6 spülbar ist. Der Druckbehälter 3 ist für einen Innendruck von 1 bis 2 bar ausgelegt. Im allgemeinen besteht ein solcher Behälter aus einem Bodenteil 9, dem Mantel 5 und einem Deckenteil 10. Entsprechende Dichtungsmittel sind angeordnet. Die Dichtheit läßt sich z. B. leicht herstellen, indem der Behälter mit einem oder mit mehreren Zugankern zusammengespannt wird. Ein solcher könnte im Ausführungsbeispiel zentral durch die Achse des Hochspannungstransformators geführt sein. Im Bereich der Achse des dargestellten Hochspannungstransformators ist ausreichend Platz, zusätzlich Maßnahmen zur Wärmeabfuhr aus dem Innern des Transformators zu verwirklichen. Zum Beispiel kann der Zuganker entsprechend ausgelegt sein. Es besteht auch die Möglichkeit, in diesem Bereich rohrförmige Aggregate anzuordnen, die teilweise mit einer bei der Arbeitstemperatur des Hochspannungstransformators verdampfenden, außerhalb des Transformators kondensierenden Flüssigkeit gefüllt sind, so daß die Verdampfungswärme für die Wärmeabfuhr ausgenutzt wird. Der dargestellte Hochspannungstransformator zeichnet sich im übrigen durch hohe Symmetrie und Modulbauweise aus.

Patentansprüche

1. Selbstgekühlter Hochspannungstransformator, insbesondere Masttransformator, mit Transformator Kern, Transformatorwicklung und Gehäuse,

wobei der freie Innenraum des Gehäuses zwischen Transformator Kern und Transformatorwicklung sowie Gehäusemantel mit einem für die Selbstkühlung geeigneten Füllmittel aufgefüllt ist, dadurch gekennzeichnet, daß das Füllmittel aus einem feinkörnigen dielektrischen Schüttgut ausreichender Wärmeleitfähigkeit besteht,

dessen Schüttgut evakuierbare und durch Gasströmung spülbare Schüttgutporenräume bildet,

und daß die Schüttgutporenräume mit einem Gas ausreichender Durchschlagfestigkeit ausgefüllt sind.

2. Hochspannungstransformator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Schüttgut aus Aluminiumoxiddkörnern (Al_2O_3) besteht.

3. Hochspannungstransformator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Schüttgut aus Magnesiumoxiddkörnern (MgO) besteht.

4. Hochspannungstransformator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Schüttgut aus Quarzkörnern besteht.

5. Hochspannungstransformator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Schüttgut aus im wesentlichen kugelförmigen Glaskörnern besteht.

6. Hochspannungstransformator nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Schüttgut eine Körnung von unter 1 mm aufweist.

7. Hochspannungstransformator nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Schüttgutporenräume hauptsächlich mit Schwefelhexafluorid gefüllt sind.

8. Hochspannungstransformator nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Schüttgutporenräume hauptsächlich mit Helium gefüllt sind.

9. Hochspannungstransformator nach einem der Ansprüche 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Schwefelhexafluorid und/oder das Helium Beimischungen von Luft aufweisen.

10. Hochspannungstransformator nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Gehäuse als evakuierbarer und spülbarer Druckbehälter ausgeführt und im Betriebszustand des Transformators ein Innendruck von 1 bis 2 bar eingerichtet ist.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

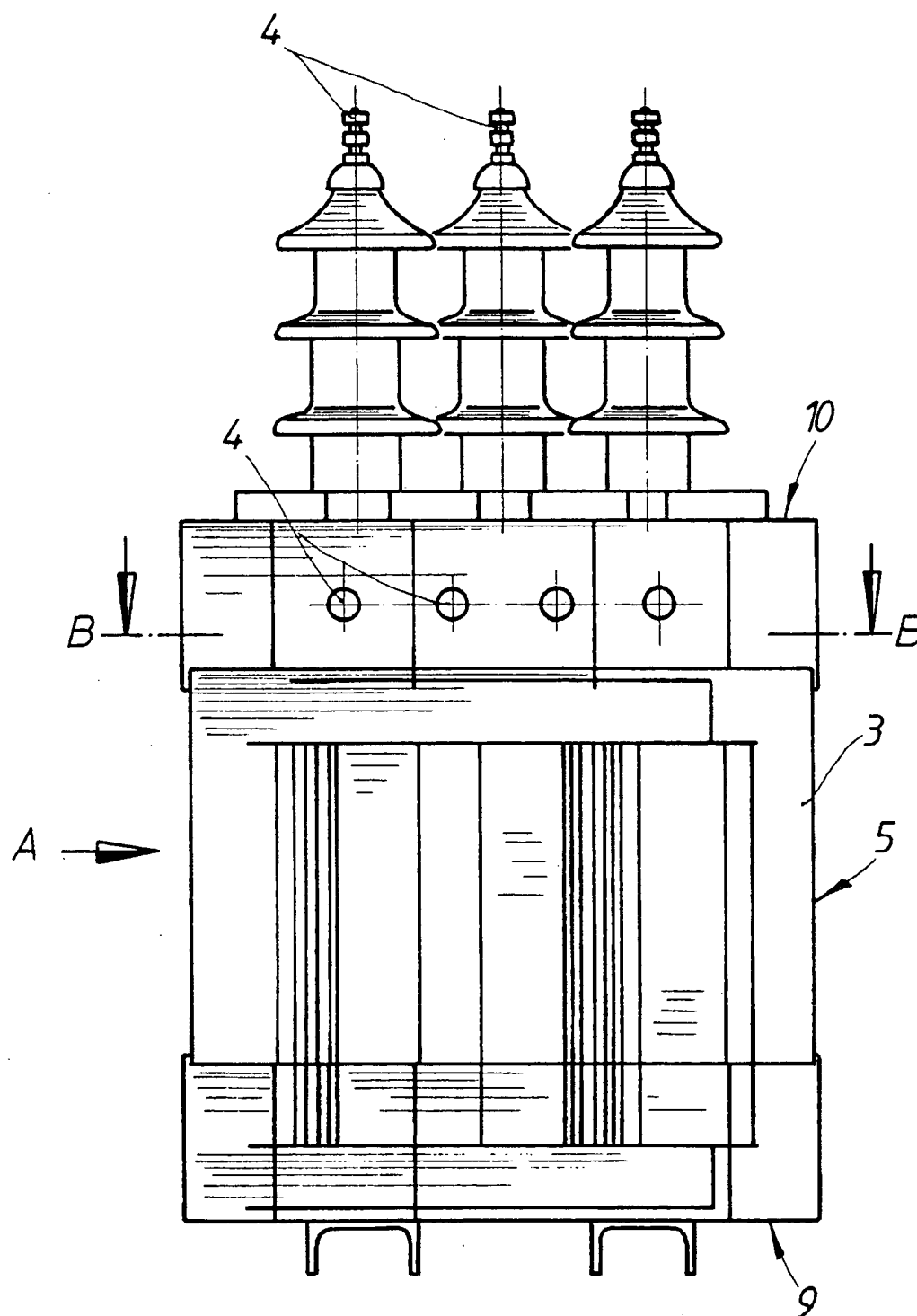


Fig. 1

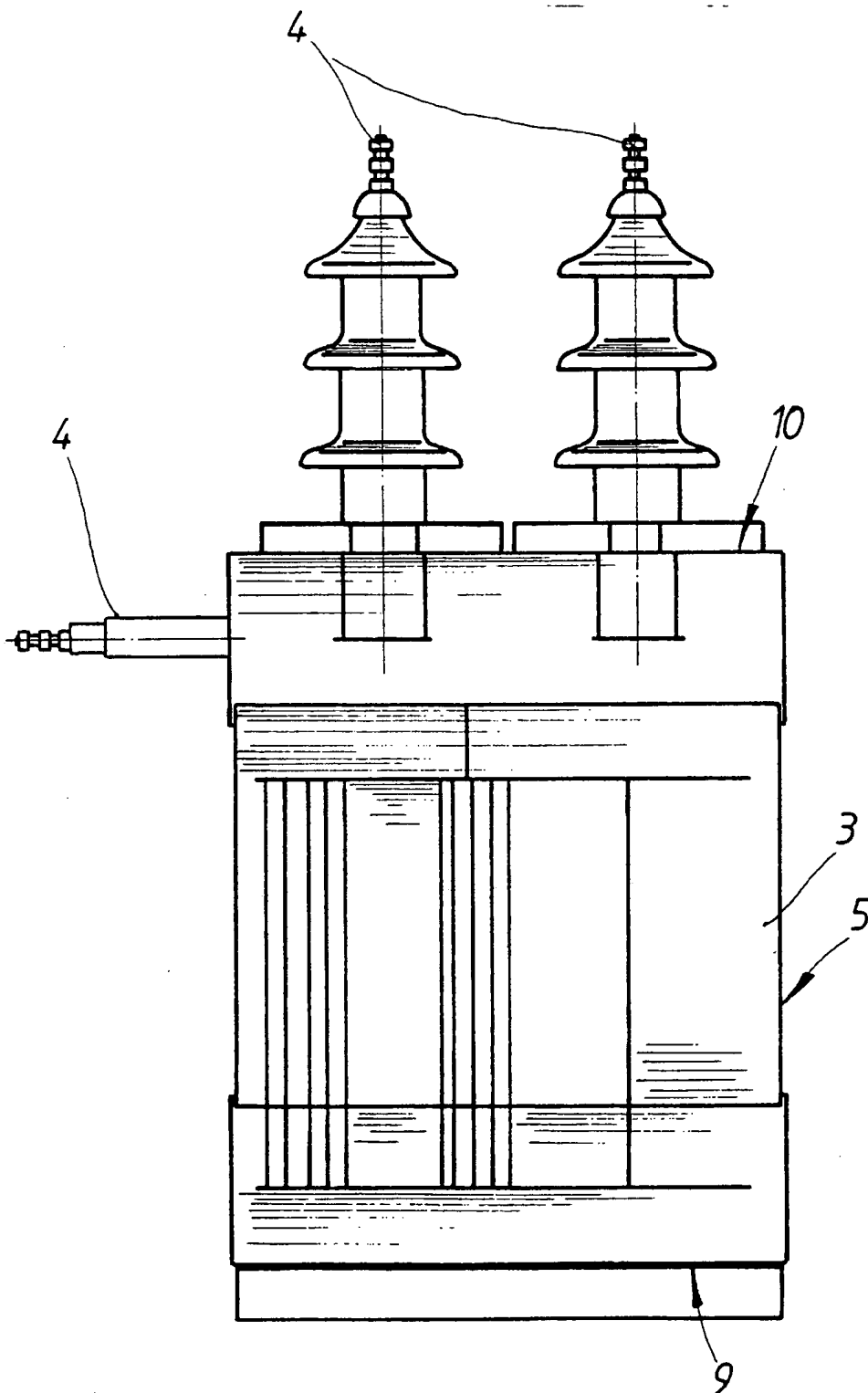


Fig. 2

Fig. 3

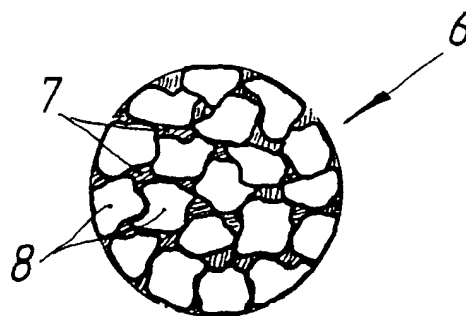
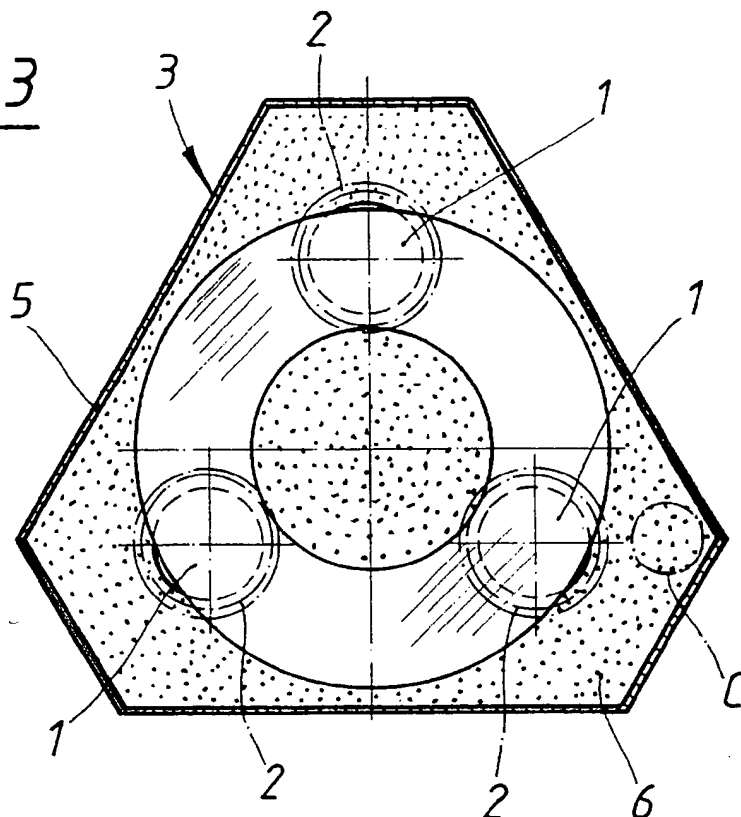


Fig. 4